

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В связи с длительными сроками строительства и высокими капитальными вложениями, для энергетических объектов особенно актуален вопрос эффективного использования последних. Также немаловажную роль в выборе состава энергокомплекса играют ежегодные издержки на обслуживание и ремонт энергообъектов.

Целью данной работы являлся выбор оптимальной структуры генерирующих мощностей замкнутой энергосистемы, состоящей из гидравлической, ветровой, солнечной и дизельной электростанции. Эти типы генерирующих установок имеют разные технические и экономические показатели. Поэтому для выбора оптимального сочетания этих установок необходимо произвести технико-экономический расчет.

В качестве критерия оптимальности был принят минимум суммарных расчетных затрат по энергетическому комплексу

$$Z_c = \sum_{j=1}^n Z_j = \sum_{j=1}^n (E_H \cdot K_j + I_j) \rightarrow \min ,$$

где Z_c – расчетные затраты по энергокомплексу; Z_j – расчетные затраты j -ой установки энергокомплекса; n – число рассматриваемых типов установок; K_j – приведенные капитальные вложения; I_j – удельные ежегодные издержки на эксплуатацию j -ой установки; E_H – нормативный коэффициент сравнительной эффективности.

При решении задачи использовалась следующая математическая модель связи энергетических и экономических характеристик электростанций:

– критерий оптимальности

$$z_{\text{МГЭС}} \cdot N_{\text{МГЭС}} + z_{\text{ВЭС}} \cdot N_{\text{ВЭС}} + z_{\text{СЭС}} \cdot N_{\text{СЭС}} + z_{\text{ДЭС}} \cdot N_{\text{ДЭС}} = \min ;$$

– баланс мощности

$$\alpha'_{\text{МГЭС}} \cdot N_{\text{МГЭС}} + \alpha'_{\text{ВЭС}} \cdot N_{\text{ВЭС}} + \alpha'_{\text{СЭС}} \cdot N_{\text{СЭС}} + \alpha'_{\text{ДЭС}} \cdot N_{\text{ДЭС}} = P_c ;$$

– баланс выработки

$$\alpha''_{\text{МГЭС}} \cdot N_{\text{МГЭС}} + \alpha''_{\text{ВЭС}} \cdot N_{\text{ВЭС}} + \alpha''_{\text{СЭС}} \cdot N_{\text{СЭС}} + \alpha''_{\text{ДЭС}} \cdot N_{\text{ДЭС}} = \mathcal{E}_c;$$

– ограничение по мощности установок

$$N_j > 0,$$

где z_j – удельные расчетные затраты для j -ой установки энергокомплекса; N_j – мощность j -ой установки комплекса; α'_j – коэффициент участия в балансе покрытия нагрузки j -ой электростанцией; α''_j – коэффициент участия в балансе выработки и потребления электроэнергии (равен произведению α'_j на число часов использования установленной мощности j -ой установки); P_c – максимум нагрузки энергосистемы; \mathcal{E}_c – годовая выработка электроэнергии.

Большое количество оптимизируемых параметров приводит к усложнению поиска решения задачи. Решение задачи производилось с помощью функции «Поиск решения» имеющейся в пакете Microsoft Excel. В этой функции реализован алгоритм поиска оптимальных параметров методом линейного программирования. Пример ввода исходных данных представлен в табл. 1. С целью исследования влияния стоимостных показателей на оптимальные параметры энергокомплекса выполнена серия расчетов при разных исходных данных.

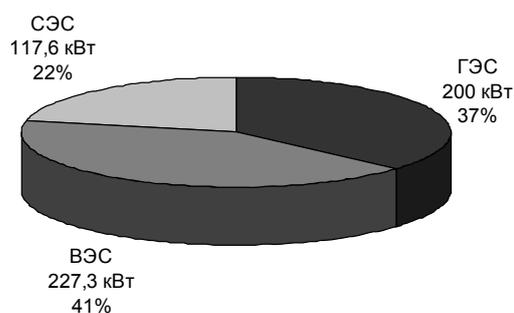
Таблица 1. Задание исходных данных.

Переменные								
имя	ГЭС	ГЭС пик	ВЭС	СЭС	ДЭС			
Мощность, кВт								
нижняя граница	0	0	0	0	0			
верхняя граница						Целевая ф-я		
коэф в ЦФ	12 800	3 150	7 150	19 250	24 975		min	
Ограничения								
Вид ограничения	ГЭС	ГЭС пик	ВЭС	СЭС	ДЭС		знак	
Мощность, кВт	1						>=	200
Баланс N	1	1	0,88	0,85	0,9		=	500
Баланс Э	6,5	0	3,52	2,55	2,7		=	2400

Как показали исследования, наиболее экономически эффективным оказалось использование в энергосистеме ВЭС и МГЭС. При уменьшении удельных капитальных затрат МГЭС до 33,8 тыс.руб./кВт, она полностью берет на себя покрытие нагрузки системы. Так как у СЭС большие капитальные вложения, а у ДЭС большие ежегодные издержки, за счет топливной составляющей, их использование невыгодно. СЭС включается в работу системы наряду с МГЭС и ВЭС при снижении удельных капитальных затрат до 26,5 тыс. руб./кВт (рис.

1а) и вытесняет ВЭС при 24,5 тыс. руб./кВт. Использование ДЭС становится экономически оправданно при снижении стоимости литра дизельного топлива до 4 рублей (рис. 1б). При стоимости топлива 3 рубля за литр использование ДЭС для выработки электроэнергии становится более выгодно, чем ВЭС, ДЭС покрывает основную нагрузку.

а)



б)

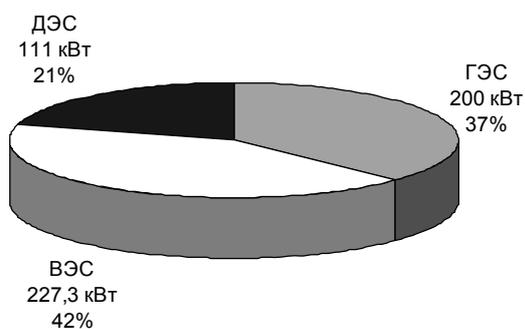


Рис. 1. Структуры генерирующих мощностей, а – при снижении удельных капитальных затрат на СЭС, б – при падении цен на дизельное топливо

В дальнейшем планируется рассмотрение более сложных моделей с дополнительными ограничениями и условиями.